

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002500

International filing date: 17 February 2005 (17.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-041604
Filing date: 18 February 2004 (18.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 April 2005 (14.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

22.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 2 月 1 8 日

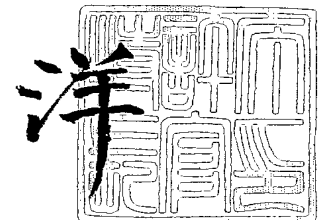
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 4 1 6 0 4
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 4 1 6 0 4]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

2 0 0 5 年 3 月 3 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2003P06224
【提出日】 平成16年 2月18日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H04L 12/28
H04L 12/56
H04B 7/26

【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・
ティ・ドコモ内
【氏名】 柳生 健吾
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・
ティ・ドコモ内
【氏名】 竹田 真二
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・
ティ・ドコモ内
【氏名】 青木 秀憲
【特許出願人】
【識別番号】 392026693
【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
【代理人】
【識別番号】 100070150
【弁理士】
【氏名又は名称】 伊東 忠彦
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 002989
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数の無線基地局と 1 以上の無線端末で構成されるパケット転送システムであって、
前記複数の無線基地局のうち、2 以上の無線基地局をルート局とする転送ツリーを使用し、

前記無線基地局の各々が、各ルート局と、当該ルート局に対応する転送ツリーの識別情報とを関連付けたツリーテーブルを備え、

パケットを受信したときに、当該パケットの転送に使用される転送ツリーを判別し、判別した転送ツリー上で次の中継局となる無線基地局に前記パケットを転送することを特徴とするパケット転送システム。

【請求項 2】

前記無線基地局の各々は、前記 1 以上の無線端末と、その無線端末が所属する無線基地局とを関連づけたロケーションテーブルをさらに備え、

前記パケットを受信したときに、前記ロケーションテーブルを参照して、受信したパケットに含まれる送信元アドレスまたは宛て先アドレスから、送信元または宛て先の無線端末が所属する無線基地局を特定し、当該特定した無線基地局をルート局とする転送ツリーを導出して、前記パケットを転送することを特徴とする請求項 1 に記載のパケット転送システム。

【請求項 3】

前記無線基地局の各々は、当該無線基地局に新たな無線端末が所属したときに、無線端末の所属を通知するパケットを前記転送ツリーに沿ってブロードキャスト送信し、

前記通知パケットを受信した他の無線基地局は、前記ロケーションテーブルを更新することを特徴とする請求項 2 に記載のパケット転送システム。

【請求項 4】

前記パケットは、当該パケットの転送に使用される転送ツリーの ID 情報または使用される転送ツリーのルート局となる無線基地局のアドレス情報を含み、

前記無線基地局の各々は、前記パケットを受信したときに、当該パケットに含まれる前記転送ツリーの ID 情報またはルート局となる無線基地局のアドレス情報からパケット転送に使用される転送ツリーを判別することを特徴とする請求項 1 に記載のパケット転送システム。

【請求項 5】

前記転送ツリーは、無線チャネルの状況を反映したリンクコストに基づいて作成されることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載のパケット転送システム。

【請求項 6】

無線パケット網を利用したパケット通信システムを構成する無線基地局であって、

前記パケット通信システムで用いられる 2 以上の転送ツリーに関する情報を、当該転送ツリーのルート局となる無線基地局と関連付けて格納するツリーテーブルと、

任意のパケットを受信するパケット受信部と、

前記受信したパケットに基づき、当該パケットの転送に使用される転送ツリーを判別するツリー判別手段と、

前記ツリーテーブルを参照して、前記判別した転送ツリー上の次の中継先に前記パケットを転送するパケット送信部と

を備えることを特徴とする無線基地局。

【請求項 7】

前記パケット通信システムに含まれる複数の無線基地局と、各無線基地局に所属する無線端末とを対応づけたロケーションテーブルをさらに備え、

前記ツリー判別手段は、前記受信したパケットに含まれる送信元または宛て先のアドレスが示す無線端末を識別し、前記ロケーションテーブルを参照して、前記送信元または宛て先アドレスで示される無線端末が所属する無線基地局を決定し、前記ツリーテーブルを参照して、決定された無線基地局をルート局とする転送ツリーを判別することを特徴とする

る請求項 6 に記載の無線基地局。

【請求項 8】

前記パケット送信部は、新たな無線端末が自局に所属した場合に、当該無線端末の所属を通知するパケットを、自局をルート局とする転送ツリーに沿ってブロードキャストで送信することを特徴とする請求項 7 に記載の無線基地局。

【請求項 9】

前記ツリー判別手段は、前記受信したパケットに含まれる転送ツリーの ID 情報またはルート局情報を識別することによって、前記パケットの転送に使用される転送ツリーを判別することを特徴とする請求項 6 に記載の無線基地局。

【請求項 10】

前記パケット送信部は、自局に所属する無線端末からパケットを受信した場合に、自局をルートとする転送ツリーの ID 情報を前記パケットに書き込み、自局をルートとする転送ツリーに従って、前記パケットを送信することを特徴とする請求項 9 に記載の無線基地局。

【請求項 11】

無線チャネルの状況を反映するリンクコストを記載したコスト一覧をさらに備え、

前記パケット送信部は、自局をルート局とする転送ツリーを作成する際に、第 1 のツリー作成パケットを送信するとともに、

前記パケット受信部で他の無線基地局から送られてくる第 2 のツリー作成パケットを受信した場合に、前記コスト一覧に基づき、前記第 2 のツリー作成パケットに当該無線基地局でのリンクコストを書き込んで送信することを特徴とする請求項 6 ～ 10 のいずれかに記載の無線基地局。

【請求項 12】

複数の無線基地局と 1 以上の無線端末で構成されるパケット通信網において、

前記複数の無線基地局のうち、2 以上の無線基地局をルート局とする転送ツリーを作成し、

前記無線基地局の各々に、各ルート局と、当該ルート局に対応する転送ツリーの識別情報とを与え、

前記無線基地局のうちの任意の無線基地局でパケットを受信したときに、当該無線基地局で前記パケットの転送に使用される転送ツリーを判別し、判別した転送ツリー上で次の中継局となる無線基地局に前記パケットを転送する工程を含むことを特徴とするパケット転送方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】パケット転送システムおよび無線基地局

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のネットワークセグメント間の無線パケット通信を実現するパケット転送システムおよび無線基地局に関し、特に、ネットワーク内に複数の無線基地局をルートとする転送ツリーを構築して経路の最適性を保ちつつ、局所的な負荷の集中を防止することのできるパケット転送システムと無線基地局に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の端末を無線チャネルで接続し、端末自身にパケットを転送する機能を持たせて端末間を相互に接続するネットワークを、無線アドホックネットワークまたは無線マルチホップネットワークと呼ぶ。このようなネットワークでは、直接通信できない端末同士でも、これらの端末の間に位置する第3の端末にパケットを中継させることによって、各無線通信端末の送信レベルを抑えたまま、通信範囲を広げることができる。無線アドホックネットワークのインターネット標準として、パケット転送時の経路を制御するいくつかのプロトコルが策定されている（たとえば、非特許文献1参照）。

【0003】

一方、有線のネットワークでは、ブリッジを用いてパケットを転送する。特定の一つのブリッジあるいは基地局をルート局として設定し、スパニング・ツリー・プロトコルを利用して転送ツリーを作成することで、ループを回避しつつ耐故障性を実現するパケット転送方式が知られている（たとえば、非特許文献2参照）。この方法は、図1に示すように、ルート局となるブリッジ1から非ループの転送ツリーを作成し、複数のインターフェイスとパケットの転送先を対応付けて、学習テーブルに登録する。

【0004】

上記の有線ブリッジによるパケット転送を、無線パケット網のパケット転送に適用しようとする、転送先ごとに無線インターフェイスを持つ必要があるが、複数のインターフェイスを持たせると、それぞれにアンテナと変復調回路が必要となり、コスト面で不利である。

【0005】

そこで、通信相手のアドレスを仮想的なインターフェイスとみなすことで、仮想的に複数の無線インターフェイスを持たせ、実質的に一つの無線インターフェイスで、有線ネットワークの拡張ツリー転送方法を無線パケット網のパケット転送に適用する手法が提案されている（たとえば、特許文献1参照）。この方法では、各無線基地局が、相手先アドレスと転送先を対応付けたアドレステーブルを有し、パケットを受け取った無線基地局はアドレステーブルを参照して、相手先アドレスに対応する転送先へパケットを転送する。

【0006】

また、転送経路の無駄を解消するために、無線の特徴、すなわち、自身が通信相手でない場合でも通信範囲にいればパケットが届くという特徴を利用し、ツリー状の転送経路を自局に近づく方向に転送されるパケットをモニタして、このパケットの送信元アドレスが示す無線端末と、送信局アドレスが示す無線基地局とを対応付けたテーブルを作成し、途中経路を短絡する方法が提案されている（たとえば、特許文献2参照）。

【0007】

さらに、転送ツリー作成時に無線基地局からの受信レベルがしきい値以上かどうかを判断し、受信レベルの低い場合はチャネルを張らないことで通信品質の向上を図る方法も提案されている（たとえば、特許文献3参照）。

【非特許文献1】S. Corson, J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations" インターネット標準RFC2501, January 1999

【非特許文献2】ISO/IEC 10038, ANSI/IEEE Std802.ID, "Information technology

—Telecommunications and information exchange between systems—Local area networks—Media access control (MAC) bridges”, 1993

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 6 9 0 4 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 7 8 1 4 7 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 3 - 1 8 8 8 1 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 8】

非特許文献 1 に開示される通信方式では、ネットワークに参加するすべての端末がパケット転送機能を有する必要がある。逆に言えば、機能の劣る端末はネットワークに参加できず、機能を追加することによる設備、コストの増大が問題となる。

【0 0 0 9】

非特許文献 2 のパケット転送方法を無線パケット網に適用した特許文献 1 の方法では、一つのネットワークで一つの転送ツリーしか持つことができない。したがって、図 2 に示すように、無線端末 (Station) S から無線端末 (Station) D へパケットを転送する場合に、Bridge (ブリッジ) a をルート局とする点線の経路に沿って、ブリッジ x 7、ブリッジ x 8、ブリッジ a、ブリッジ x 3、ブリッジ x 4 という順でパケットが転送される。これでは、転送する経路に無駄が生じるだけでなく、ツリーのルート部分に負荷が集中するという問題がある。

【0 0 1 0】

特許文献 2 に開示されるパケット転送方法は、自局に近づいてくるパケットをモニタすることによって、途中経路をショートカットできるが、この方法でもルートとなる無線基地局は一つしかない。このため、特定の無線基地局に負荷が集中し、ネットワーク全体の効率が低下するという同様の問題がある。

【0 0 1 1】

特許文献 3 に開示されるパケット転送方法では、無線基地局間でチャネルを張るかどうかを判定するときに、当該無線基地局からの受信電力を基準とするが、無線環境は変化しやすく、環境に合わせて通信速度を適応的に変化させる無線インターフェイスも存在する。特許文献 3 の方法では、通信速度までも考慮に入れたリンクのコストを算出できず、ネットワーク全体のスループットが低下し、ネットワークの接続性が低下するという問題がある。

【0 0 1 2】

このように、第 3 層を利用した従来の転送方法では、転送機能を持たない端末装置はネットワークに参加できず、一方、MAC (Media Access Control) 層 (ブリッジ) を利用した転送方法は、無線への適用が途上であり、単一の転送ツリーを使用することによる一部への負荷集中が避けられない。

【0 0 1 3】

そこで、本発明は、機能の低い端末でも無線パケット網に参加できるシステムの提供を課題とする。

【0 0 1 4】

また、経路の最適性を保ちつつ負荷を分散して、ネットワーク全体の効率の向上を図ることを課題とする。

【0 0 1 5】

さらに、無線チャネルの状態、ネットワークトポロジ、通信トラフィック等に適応した転送ツリーを構成することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 6】

上記課題を解決するために、パケット転送機能を、主として無線基地局に持たせ、端末に要求される機能を低減することで、機能の低い端末でもネットワークに参加できるようにする。もちろん、パケット転送機能を有する端末はネットワークに参加して、それ自身

が無線ブリッジとして機能してもよい。

【0017】

また、ネットワーク内の2以上の無線基地局をルート局として、同時に複数の転送ツリーを構成し、途中の各ノードにおいて、転送されるパケットごとに、どのツリーを用いて転送すべきかを判別できるようにする。これにより、経路の最適化と負荷分散を実現する。

【0018】

さらに、転送ツリー作成の際に、無線チャネルの状態を通信リンクのコストに反映させることで、現状に適応した転送ツリーを動的に構成する。

【0019】

具体的には、本発明の第1の側面では、複数の無線基地局と、1以上の無線端末で構成されるパケット転送システムを提供する。このパケット転送システムでは、複数の無線基地局のうち、2以上の無線基地局をルート局とする転送ツリーを使用し、無線基地局の各々が、各ルート局と、そのルート局に対応する転送ツリーの識別情報とを関連付けたツリーテーブルを備え、パケットを受信したときに、このパケットの転送に使用される転送ツリーを判別し、判別した転送ツリー上で次の中継局となる無線基地局に前記パケットを転送する。

【0020】

パケット転送に使用される転送ツリーの判別手段として、

(1) 1以上の無線端末と、その無線端末が所属する無線基地局とを関連づけたロケーションテーブルを無線基地局の各々が備え、パケットを受信したときに、ロケーションテーブルを参照して、受信したパケットに含まれる送信元アドレスまたは宛て先アドレスから、送信元または宛て先の無線端末が所属する無線基地局を特定し、特定した無線基地局をルート局とする転送ツリーを導出して、前記パケットを転送する。または、

(2) パケットの転送に使用される転送ツリーのID情報または当該転送ツリーのルート局となる無線基地局のアドレス情報を、パケットに含ませ、無線基地局の各々は、パケットを受信したときに、パケットに含まれる前記転送ツリーのID情報またはルート局となる無線基地局のアドレス情報からパケット転送に使用される転送ツリーを判別する。

【0021】

パケット転送システムで用いられる転送ツリーは、受信信号の電力レベル、エラー率、遅延など、無線チャネルの状況を反映したリンクコストに基づいて作成される。

【0022】

本発明の第2の側面では、無線パケット網を利用したパケット通信システムを構成する無線基地局を提供する。無線基地局は、

(a) パケット通信システムで用いられる2以上の転送ツリーに関する情報を、当該転送ツリーのルート局となる無線基地局と関連付けて格納するツリーテーブルと、

(b) 任意のパケットを受信するパケット受信部と、

(c) 受信したパケットに基づき、当該パケットの転送に使用される転送ツリーを判別するツリー判別手段と、

(d) 前記ツリーテーブルを参照して、判別した転送ツリー上の次の中継先に前記パケットを転送するパケット送信部とを備える。

【発明の効果】

【0023】

複数局をルートとする転送ツリーを用いて経路の最適性を保ちつつ、ネットワークの一部に負荷が集中することを防止し、自律分散的なネットワークを構築することができる。

【0024】

さらに、無線チャネルの状態をリンクのコストに適用することで、ネットワークの混雑度などを考慮した転送ツリーを作成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

図3は、本発明の概要を説明するための図である。本発明では、ネットワークに複数の無線基地局をルートとする転送ツリーを持たせることで、ネットワーク全体のスループットを向上し、転送経路の短縮を実現する。なお、実施の形態として、本発明をIEEE 802.11規格の無線LANに適用した場合を例にとって、説明する。

【0026】

図3において、Bridge（ブリッジ）a～fは無線基地局を表わし、各ブリッジ間で無線パケットを互いに転送する。Station A～Eは無線端末を表わす。各無線基地局は、一つまたは複数の無線端末を配下に持つことが可能である。本発明では、ネットワークを構成する無線基地局のうち、2以上の無線基地局をルート局として、複数の転送ツリーを作成するが、図3の例では、すべての無線基地局が、自局をルートとする非ループの転送ツリーを作成している。もっとも、ネットワークのサイズやオーバーヘッドを勘案して、無駄な転送ツリーを削除していくことも可能である。

【0027】

ネットワーク上の各無線基地局（ブリッジ）は、ルートとなる無線基地局と、その無線基地局をルートとする転送ツリーのID、およびツリー上の隣接するブリッジとを対応付けて格納するツリーテーブルを有する。

【0028】

図4は、ツリーテーブルの一例として、図3のブリッジdが保持するツリーテーブルを示す。ネットワーク上のルート局ごとに、対応する転送ツリーのIDと、そのツリー上で隣接する無線基地局（前局および次局）のアドレスを記録する。

【0029】

ネットワーク上で複数の転送ツリーを使用する場合、各無線基地局においてパケットを受け取った際に、どの転送ツリーを用いてパケットを中継するかを判別する必要がある。これには、たとえば、次の2つの方法が考えられる。

(1) 第1の方法は、各無線基地局に、ネットワーク上の無線基地局と、それぞれの配下に位置する無線端末とを対応付けたロケーションテーブルを持たせる方法である。各無線基地局（ブリッジ）は、パケットに書き込まれている送信元端末のアドレスまたは宛て先となる端末のアドレスに基づき、ロケーションテーブルを参照して、送信元の無線端末または宛て先の無線端末が所属する無線基地局を特定する。そして、ツリーテーブルから、特定した無線基地局をルートとするツリーを特定し、このツリーに従って、パケットを次の無線基地局へ転送する。

(2) 第2の方法は、送信元の無線端末または、送信元の無線端末から最初にパケットを受信した無線基地局が、パケットにどの無線基地局をルートとする転送ツリーを用いるかの情報を書き込む方法である。パケットには、転送ツリーIDを書き込んでも良いし、その転送ツリーのルート局となる無線基地局のアドレスを書き込んでもよい。

【0030】

これらの方法の詳細は後述するが、第1または第2の方法により、各無線基地局で使用するべき転送ツリーが判別されると、ツリーテーブルに従って、次の中継先へパケットを転送することができる。ネットワーク上で複数の転送ツリーを使用することにより、経路の最適化がより効率的に行われ、経路の短縮が実現される。また、特定の無線基地局周辺への負荷の集中が回避され、ネットワーク全体の効率を上げることができる。

【0031】

図5は、図3のネットワークで送受信されるパケットの、アドレス部分のフォーマットの一例を示す図である。図4の上段は、無線端末（Station）から無線基地局（Bridge）へ送られるパケット、中段は、無線基地局（Bridge）間を転送されるパケット、下段は、無線基地局（Bridge）から無線端末（Station）へ送られるパケットのフォーマット例である。

【0032】

送信元アドレスというのは、パケットを最初に作成して送信した無線通信設備のアドレ

スを表わす I D である。宛て先アドレスというのは、パケットの最終的な目的地となる無線通信設備のアドレスを表わす I D である。送信局アドレスというのは、ツリー上でパケットを中継するためにそのパケットを送信する無線通信設備のアドレス I D である。受信局アドレスというのは、ツリー上でパケットを中継する際に、そのパケットを受信する無線通信設備のアドレス I D である。

【 0 0 3 3 】

“D S” は無線通信設備を示し、“To” は受信側、“From” は送信側を表わす。“To D S” の値が 0 のときは、無線端末が受信側であり、1 のときは無線基地局が受信側であることを示す。“From DS” の値が 0 のときは、無線端末が発信側であり、1 のときは無線基地局が発信側であることを示す。“To DS” が 1、かつ “From DS” が 1 のときは、パケットは無線基地局間で転送されていることを示す。“To DS” フィールドと “From DS” フィールドをパケットに挿入することで、パケットが、無線基地局間を中継中かどうか、判別できる。

【 0 0 3 4 】

たとえば、図 3 の構成で無線端末 (Station) A から無線端末 (Station) E に宛てたパケットを送信する場合、無線端末 (Station) A から送信されるパケットは、図 4 の上段に示すように、送信元アドレスとして無線端末 A のアドレス、宛て先アドレスとして無線端末 E のアドレス、受信局アドレスとして無線端末 A が現在所属するブリッジ a のアドレスを、アドレス情報として含む。

【 0 0 3 5 】

このパケットをブリッジ a から中継されたブリッジ b は、図 4 の中段に示すように、送信元アドレスおよび宛て先アドレスに加え、送信局アドレスとして自己のアドレスと、受信局アドレスとして次の中継先のブリッジ c のアドレスが挿入されたパケットを転送する。

【 0 0 3 6 】

図 6 は、従来の技術で作成した図 2 の転送ツリーと同じネットワークポロジに、本発明を適用した例を示す図である。無線端末 (Station) S から無線端末 (Station) D へのパケットを転送する場合、破線矢印で示すように、ブリッジ b をルートとする転送ツリーを用いてパケットを転送することができるので、図 2 のように一局のみをルート局とする場合と比較して、経路が大幅に短縮される。図 6 の例では、説明の便宜上、ブリッジ a とブリッジ b の 2 つの無線基地局をルート局として転送ツリーを作成しているが、ネットワークのサイズに応じて、3 以上の転送ツリーを使用して、より高密度にツリーを張り巡らせることができる。

【 0 0 3 7 】

次に、図 6 のネットワークを例にとって、パケット転送に使用される転送ツリーを判別する 2 つの例、すなわち、(1) 無線基地局ごとに、ネットワーク上の無線基地局および配下の無線端末を対応付けたロケーションテーブルを持たせる方法と、(2) パケットに転送ツリーに関する情報を書き込む第 2 の方法、を説明する。

【 0 0 3 8 】

図 7 は、上記第 1 の方法を実現するために各無線基地局に設定されるロケーションテーブルの構成例を示す図である。ネットワーク上の各無線基地局は、現在自局の配下に存在する無線端末の情報を交換して、ロケーションテーブルを作成する。図 7 の例では、各無線基地局において、ブリッジ a のアドレス A と、その配下に存在する無線端末 P とが対応付けられ、ブリッジ b のアドレス B と、その配下に存在する無線端末 S、O が対応付けられ、ブリッジ c のアドレス C と、その配下に存在する無線端末 D が対応付けられている。図示は省略してあるが、その他の無線基地局についても、その配下に存在する無線端末を対応づけて記録されている。このようなロケーションテーブルを備えることによって、すべての無線基地局は、現在どの無線基地局の配下に、どの無線端末が位置するかを把握することができる。

【 0 0 3 9 】

図6のネットワークで、無線端末Sから無線端末Dにパケットを送る場合を考える。無線端末Sは、自己のアドレスを送信元アドレス、無線端末Dのアドレスを相手先アドレス、所属先のブリッジbのアドレスBを受信局アドレスに設定して、パケットを送信する。

【0040】

ブリッジbは、パケットを受信すると、自局をルートとした転送ツリーに従って、次の中継先にパケットを送信する。中継途中の任意のブリッジは、パケットのアドレス部分を見て、このパケットの送信元が無線端末Sであることを認識する。そして、ロケーションテーブルから、送信元の無線端末Sが現在所属しているのはブリッジbであることを把握する。そこで、ツリーテーブルから、ブリッジbをルートとした転送ツリーを導き出し、この転送ツリーに従って次の中継先へパケットを転送する。

【0041】

ブリッジbは、最初に無線端末Sからパケットを受け取ると、転送ツリーに従ってブリッジx7、x8、x9にパケットを転送する。ブリッジx7は、ロケーションテーブルと、パケットのアドレス情報から、ブリッジbをルート局とする転送ツリーを導いて、次の中継先x4、x6にパケットを転送する。同様に、ブリッジx8も転送ツリーを判別するが、判別した転送ツリー上に次の中継先がないことを認識し、このパケットを破棄する。ブリッジx9ではブリッジx7と同様の処理が行われる。この処理をツリーに沿って、順次行うことで、パケットはブリッジcに届き、最終的に無線端末Dに到達する。

【0042】

送信側の無線基地局をルートとする転送ツリーを用いると、ツリーの分岐点で、2以上のブリッジにパケットが転送されてしまう。宛て先を特定しないブロードキャスト送信の場合は、これでよいが、特定の無線端末を宛て先とするユニキャストの場合、最終目的の無線端末とは無関係なブリッジにまでパケットが送られることになり、無駄が生じる。このような無駄を省くため、以下に掲げる構成の少なくとも一方を採用するのが望ましい。

(a) 相手先のアドレスが特定されるユニキャストの場合は、宛て先の無線端末が所属する無線基地局をルートとする転送ツリーを使用する。

(b) 学習テーブルを作成し、2回目以降のパケット転送については、学習テーブルを併用してパケットを転送する。

【0043】

(a) の相手先の無線基地局をルートとする転送ツリーを採用する構成では、図6の例で無線端末(Station) Sから無線端末(Station) Pに宛てられたパケットを転送するのに、宛て先の無線端末Pが所属するブリッジaの転送ツリーを使用する。中継途中の各無線基地局は、受け取ったパケットの宛て先アドレスと、ロケーションテーブルから、無線端末Pが所属する無線基地局(ブリッジa)をルートとする転送ツリーを判別する。相手側の無線基地局をルートとする転送ツリーを用いることで、各無線基地局はツリーを逆にたどって、単一の中継先にだけパケットを転送すればよい。この例では、ブリッジbは、ブリッジx7やx8にパケットを中継する無駄を省いて、ブリッジx9にのみパケットを転送する。

【0044】

このように、宛て先の無線端末が所属する無線基地局をルート局とすることによって、ネットワークの負荷を軽減することができる。一方、宛て先を特定しないブロードキャストの場合、あるいは宛て先の無線端末の所属先が不明な場合は、送信元の無線端末が所属する無線基地局をルートとする転送ツリーを使用することによって、パケットを最終送信先まで届けることができる。

【0045】

なお、ネットワークの末端に位置するブリッジでは、自局をルートとする転送ツリーを有さない場合も考えられる。たとえば図6のブリッジcがそうである。この場合、各無線基地局はまず宛て先アドレス(Station D)を優先的に参照し、宛て先の無線端末が所属する無線基地局をルートとする転送ツリーがない場合に、送信側の無線基地局の転送ツリーを使用する構成としてもよい。

【0046】

次に、学習テーブルを併用する構成 (b) では、各無線基地局において、送信元アドレスが示す無線端末から発信されたパケットが、どの無線基地局から転送されてきたかを学習テーブルに記録する。学習テーブルの作成については、公知の方法を採用することができる。

【0047】

図8は、学習テーブルの一例を示す図である。図6のネットワークで、無線端末Sから無線端末Dに宛ててパケットを送信する場合、パケットはまず、無線端末Sからブリッジbへ送られ (矢印 (1))、ブリッジbをルートとする転送ツリーに従って、ブリッジx7を経由してブリッジx4に転送される (矢印 (2))。ブリッジx4では、パケットの送信元アドレスから、無線端末Sから発信されたパケットであることが分かり、かつ、送信局アドレスから、このパケットがブリッジx7から送られてきたことが分かる。そこで、この情報を学習テーブルに書き込む (符号 (3))。すなわち、学習テーブルのStationの欄に送信元の無線端末SのアドレスまたはIDを記入し、Bridgeの欄にひとつ前のブリッジx7のアドレスまたはIDを記入する。パケットは、ブリッジx4からブリッジcを経由して、宛て先の無線端末Dに到達する。

【0048】

無線端末Dは、受け取ったパケットに応答して無線端末Sに返信する (矢印 (4))。返信パケットは、ブリッジcからブリッジx4に送られる (矢印 (5))。ブリッジx4は、パケットのアドレス情報から、送信元が無線端末Dであり、このパケットがブリッジcから転送されてきたことを識別し、これを学習テーブルに記入する (符号 (6))。

【0049】

パケットはさらに、ブリッジx4からブリッジx7を経由してブリッジbに送られる (矢印 (7))。ブリッジbでは、無線端末Dから発信されたパケットをブリッジx7から受け取ったことを学習テーブルに記録し (符号 (8))、このパケットを無線端末Sに転送する。

【0050】

説明は省略したが、上記の例で、ブリッジx7およびブリッジcでも、パケットを受け取るたびに学習テーブルに記録する。また、学習前で最初にパケットを転送する場合は、分岐地点でそれぞれの分岐先にパケットが転送されるので、分岐先のブリッジ (x3、x8など) でも、同様に学習テーブルに記録する。

【0051】

ブリッジbが、次に無線端末Dに宛てられたパケットを受け取った場合、学習テーブルの記録から、無線端末Dがブリッジx7の方向にあることがわかる。したがって、このパケットをブリッジx7のみに転送し、ブリッジx8やその他の分岐先には転送しない。同様に、ブリッジx4でも、次に無線基地局Dに宛てられたパケットを受け取った場合、ブリッジcにのみパケットを転送し、他の分岐先には転送しない。これにより、送信側の無線基地局をルートとする転送ツリーを使用した場合でも、無駄なパケットを削減することができる。

【0052】

ところで、第1の方法でロケーションテーブルを用いる場合、各無線基地局に新たな無線端末が所属したとき、あるいは無線端末が移動して別の無線基地局に所属したときに、無線基地局は、無線端末が自局に所属したことを通知するパケットを、転送ツリーに従ってブロードキャストで送信する。通知パケットを受信した各無線基地局は、ロケーションテーブルに新たな所属関係を登録する。このとき、各無線基地局は、通知パケットの送信元の無線基地局と、その通知パケットを転送してきた一つ前の無線基地局のアドレスとを対応づけて学習テーブルに書き込む構成としてもよい。

【0053】

任意の無線基地局に無線端末が所属するたびに、ロケーションテーブルの更新と同時に、学習テーブルにも登録することによって、転送ツリー上の経路選択がより効率的に行わ

れる。

【0054】

次に、図9を参照して、転送ツリーを判別する第2の方法を説明する。第2の方法では、転送されるパケットに、どの無線基地局をルートとする転送ツリーを使用するかの情報を含ませる。

【0055】

図9(a)は送信側のルート局の転送ツリーを用いる場合のパケットの構成例、図9(b)は、宛て先側のルート局の転送ツリーを用いる場合のパケット構成例である。図9(a)のパケット構成は、第2の方法を単独で採用する場合に用いられ、図9(b)のパケット構成は、第1の方法(ロケーションテーブル)と組み合わせて使用する場合に効果的である。

【0056】

図6のネットワークにおいて、ブリッジbの配下にある無線端末Sから、ブリッジcの配下にある無線端末Dにパケットを送信する場合を考える。この場合、第1の方法と異なり、ネットワーク上の各無線基地局は、どの端末がどの無線基地局に所属しているのか知ることができない。そこで、送信側でパケット内に使用する転送ツリーのIDまたはルート局となる無線基地局のアドレス情報を埋め込む。中継途中の各無線基地局(ブリッジ)は、パケットに含まれる情報から使用すべき転送ツリーを判別し、ツリーテーブルを参照して、次の中継先へパケットを転送する。

【0057】

図9(a)の例では、無線端末Sからパケットを最初に受信したブリッジbが、自局をルートとする転送ツリーを指定する。パケットの追加フィールドに、ルート局情報として自局のアドレスを書き込むか、または、ツリーID情報として自局をルートとする転送ツリーIDを書き込む。なお、追加フィールドへの書き込みは、無線端末Sがパケットを送信する際に行ってもよい。この場合は、追加フィールドにルート局情報として、自身が所属する無線基地局(ブリッジb)のアドレスを書き込む。

【0058】

途中経路のブリッジx7は、パケットの追加フィールドに書き込まれたルート局情報(または転送ツリー情報)から、ブリッジbをルート局とする転送ツリーを使用することを識別する。そして、転送ツリー上の次の中継先であるブリッジx4のアドレスを受信局アドレスとしてアドレスフィールド1に書き込み、自局のアドレスを送信局アドレスとしてアドレスフィールド2に書き込む。

【0059】

無線基地局がツリーの分岐点にある場合、ツリーテーブルに基づいてパケットを各分岐先へ転送する。そこで、第2の方法においても、図8に示した学習テーブルを併用する。パケットの送信元アドレスで特定される送信元の無線端末と、送信局アドレスで特定されるひとつ前のブリッジを対応付けて、学習テーブルに格納する。上述したように無線通信では宛て先の無線端末から受信確認応答や返信データを受け取ることが一般的なので、次に同じ宛て先へのパケットがきたときに、分岐点からマルチキャストすることなく、ターゲットの無線端末が位置する方向にだけパケットを転送すればよい。

【0060】

図9(b)の例では、パケットの追加フィールドに、宛て先の無線端末が所属する無線基地局のアドレスをルート局情報として書き込む。この場合、各無線基地局がロケーションテーブルを有することが前提となっている。無線端末から最初にパケットを受信した無線基地局は、ロケーションテーブルを参照して、宛て先の無線端末が所属する無線基地局を特定する。特定した無線基地局のアドレスまたは対応する転送ツリーのIDをパケットの追加フィールドに書き込み、指定した転送ツリーを逆にたどる経路で、パケットを次の中継先に転送する。中継途中の無線基地局は、ロケーションテーブルを参照することなく、パケットのアドレス情報に基づき、ツリーテーブルを参照して次の中継先にパケットを転送できる。

【0061】

次に、図10および図11を参照して、転送ツリーの作成方法を説明する。本発明の実施形態では、無線環境を考慮したコスト計算に基づいて転送ツリーを作成する。

【0062】

図10(a)は、転送ツリー作成時に用いられる各ブリッジのコスト一覧の例を示し、図10(b)は、IEEE802.1tで規定されている通信速度とリンクコストの枠組みを示す。従来、有線のネットワークでは、転送ツリーを作成する際に、ホップ数あるいは図8(b)に示すような固定の通信速度のみに基づくリンクコストで転送ツリーを作成していた。しかし、無線パケット網では、無線チャネルの状況に応じて変調方式が変えられ、パケットエラーの発生も多いことから、実際の通信速度は一定の値にはならない。また、混信のない有線ブリッジと異なり、無線ではかならずしもホップ数だけでコストを決めることはできない。

【0063】

そこで、転送ツリーを作成する際に、無線インターフェイス間の無線チャネルの状況やネットワークトラフィックの込み具合に応じてリンクのコストを変更することで、状況に適合した転送ツリーを作成する。

【0064】

本発明の一実施形態では、近接のブリッジから受信する信号の電力レベルやエラー率などをコスト計算に用いる。図10(a)のコスト一覧において、“Bridge”のカラムは、着目するブリッジの近接位置にあるブリッジのIDである。“Signal”のカラムは、近接ブリッジからの受信電力レベルを示す。“Queue size”のカラムは、ツリー作成時にツリー作成パケットに入れて通知する送信キューのサイズ、“Error Rate”のカラムはパケットの受信失敗率（エラー率）を表わす。パケットの受信電力から、このインターフェイス間のリンクで使用する変調方式を判断し、そこから通信速度を求めてリンクのコストに反映することができる。

【0065】

これらのパラメータを用いて、着目するブリッジと近接のブリッジとの間のコスト計算をする際には、各パラメータをコスト計算用に正規化する値 α 、 β 、 γ を用いて、次式であらわすことができる。

【0066】

$$\text{cost} = \alpha \times (\text{Signal}) + \beta \times (\text{Queue size}) + \gamma \times (\text{Error Rate})$$

図12は、転送ツリー作成の一例を示す図である。図11において、点線部分が物理的に通信可能なブリッジ同士のリンクを表わす。たとえば、ブリッジaがルートとなってツリーを作成する場合、ブリッジaは、ツリー作成パケットを近接する基地局にブロードキャストで送信する（矢印(1)）。パケットの中にはコストを記入するフィールドがあり、ルート局から送信されるパケットのコストはゼロである。

【0067】

パケットを受信したブリッジbは、図10(a)に一例として示すコスト一覧から、ブリッジaとブリッジb間のコスト“ab”を算出し、これをツリー作成パケットのコスト記入フィールドに書き込んで、近接のブリッジ（あるいはノード）に送信する（矢印(2)）。

【0068】

同様に、ブリッジaからのパケットを受信したブリッジcも、ブリッジaとブリッジc間のコスト“ac”を算出し、これをツリー作成パケットのコスト記入フィールドに書き込んで、近接ノードに送信する（矢印(3)）。

【0069】

ブリッジbからのツリー作成パケットを受信したブリッジcは、自己の持つルート（この場合はブリッジa）までのコスト“ac”と、受信したパケットのコスト“ab+bc”を比較し、コストの高いほうの経路を切り捨てる。たとえば、 $ac < ab + bc$ の場合は、ブリッジaをルートとした場合のブリッジbからブリッジcまでの経路は使用しない

こととする。上記の動作をブリッジb（矢印（4））、ブリッジd（矢印（5））、ブリッジf（矢印（6））と続けて行くことで、図11の実線で示すループのないツリーを作成することができる。

【0070】

このような転送ツリーの作成は、一定時間ごと、あるいは転送機能を有する無線移動端末がネットワークに参加して無線ブリッジとして機能する場合など、状況に応じてダイナミックに更新、作成される。更新あるいは作成された転送ツリーに関する情報は、ネットワーク上の各無線基地局に供給され、各無線基地局は、ツリーテーブルを更新する。

【0071】

無線チャネルの状態を通信リンクのコストに反映させることによって、ネットワークトポロジ、通信トラフィック等の現状に適応した転送ツリーを構成することが可能になる。

【0072】

以上、本発明について、無線ブリッジとしての無線基地局を例にとって説明したが、一部に有線を含むネットワーク構成としてもよい。また、転送機能を有する移動端末を無線ブリッジとして組み込むことも可能である。移動端末が無線ブリッジとしてネットワークに参加した場合、そのときの無線チャネルの状況を反映した転送ツリーが動的に作成されるので、2以上の転送ツリーを用いて経路の最適化と負荷集中防止をいっそう効果的に実現することができる。

【0073】

また、IEEE802.11規格の無線LANを例にとって説明したが、これに限られず、WCDMAや次世代無線通信方式の無線ネットワークにも適用可能である。さらに、各無線基地局にインターフェイスとプロトコル変換機能を持たせることにより、異なる通信方式のネットワークが混在する無線パケット網にも、本発明を適用することができる。

【0074】

ネットワークで用いる複数の転送ツリーの一部または全部を一つに集約して、ツリー保持の負荷を軽減することも可能である。その場合、パケットの追加フィールドやツリーテーブルに書き込む情報として、集約したツリーのIDを用いることができる。

【0075】

各無線基地局が有するパケット解析機能とロケーションテーブルとで、第1のツリー判別手法を用いた場合のツリー判別手段が構成される。第2のツリー判別手法を用いた場合は、各無線基地局が有するパケット解析機能がツリー判別手段となる。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】従来の有線ネットワークにおける非ループ転送ツリーを用いたパケット転送を示す図である。

【図2】従来の無線ネットワークにおける単一ルート局からの転送ツリーを用いたパケット転送を示す図である。

【図3】本発明の概要を示す図であり、複数の無線基地局をルート局として、複数の転送ツリーを用いるパケット転送を説明するための図である。

【図4】ネットワーク上の各無線基地局が保持するツリーテーブルの構成例を示す図である。


【図5】図3のネットワークで用いられるパケットのアドレス部分のフォーマット例を示す図である。

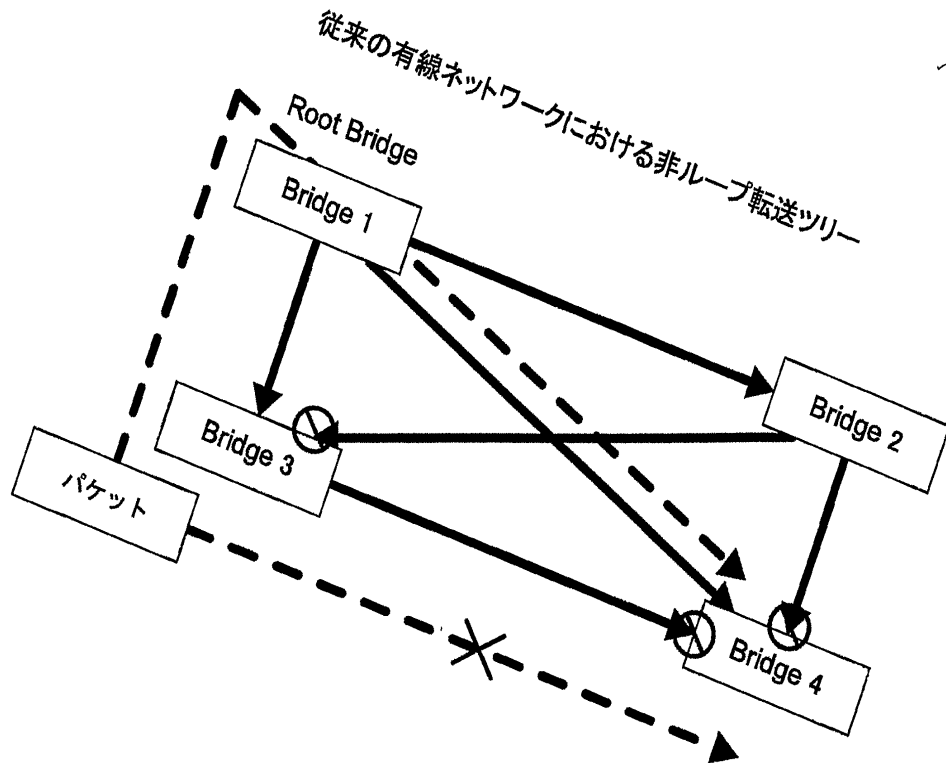
【図6】本発明の一実施形態に係る複数局をルートとする転送ツリーの構成例を示す図である。

【図7】パケット転送に使用する転送ツリーを判別する第1の方法を説明するための図であり、各無線基地局が有するロケーションテーブルの構成例を示す図である。

【図8】各無線基地局における学習テーブルの作成例を示す図である。

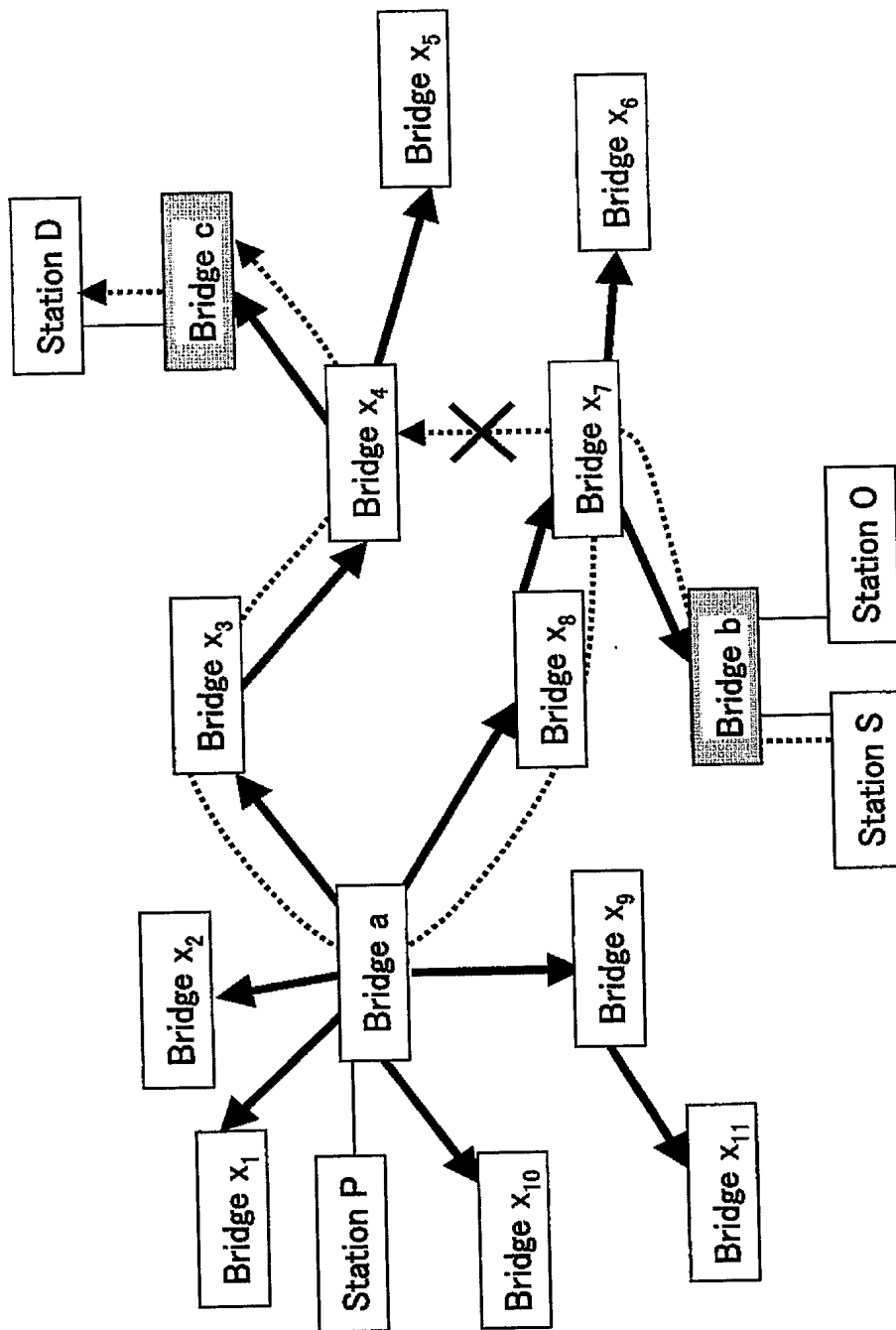
【図9】パケット転送に使用する転送ツリーを判別する第2の方法を説明するための図であり、パケットのヘッダ部分の追加フィールドの構成例を示す図である。

- 
- 【図 1 0】 転送ツリーの作成に使用されるリンクのコスト一覧を示す図である。
【図 1 1】 転送ツリー作成手順の一例を示す図である。



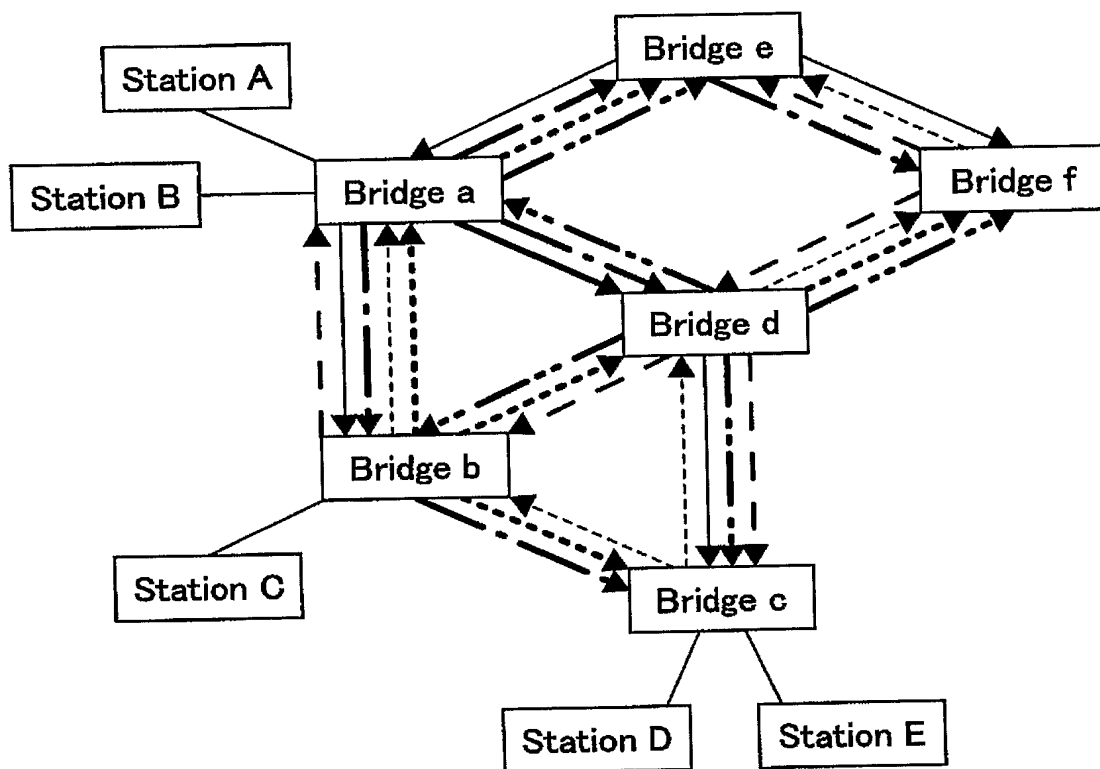
【図 2】

従来の無線ネットワークにおける単一ルート局からの転送ツリー



【図 3】

本発明の概要を説明するための図



Bridge a ————>
Bridge b - - - - ->
Bridge c>
Bridge d ————>
Bridge e ————>
Bridge f - - - - ->

【図 4】

ブリッジdが保持するツリーテーブルの一例を示す図

ルート局	ツリーID	前局	次局
Bridge a	ツリーA	Bridge a	-
Bridge b	ツリーB	Bridge b	Bridge f
Bridge c	ツリーC	Bridge c	Bridge f
Bridge d	ツリーD	-	Bridge a Bridge b Bridge c Bridge f
Bridge e	ツリーE	Bridge a	Bridge c
Bridge f	ツリーF	Bridge f	Bridge b Bridge c

【図 5】

パケットのアドレス部分のフォーマット例

To DS	From DS	アドレス 1	アドレス 2	アドレス 3	アドレス 4
1	0	受信局 アドレス	送信元 アドレス	宛先 アドレス	予約
1	1	受信局 アドレス	送信局 アドレス	宛先 アドレス	送信元 アドレス
0	1	受信局 アドレス	送信局 アドレス	送信元 アドレス	予約

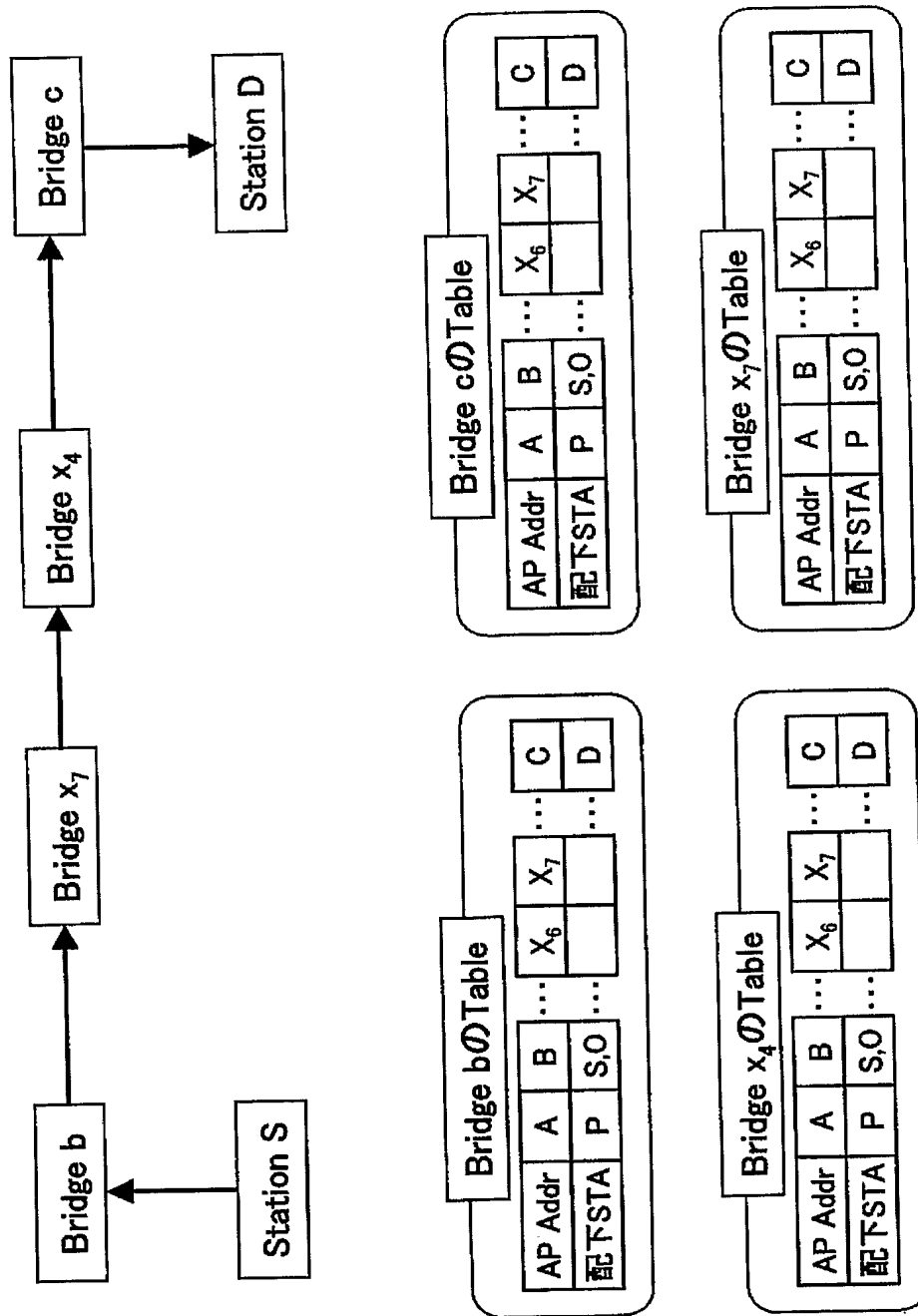
STA→BRD

BRD間

BRD→STA

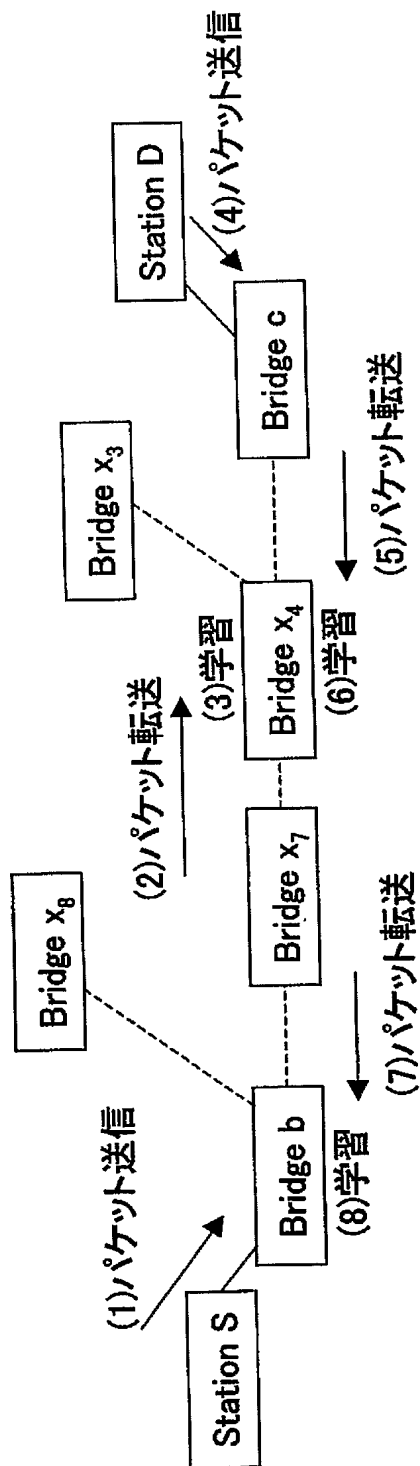
【図 7】

本発明の一実施形態にかかるブリッジのロケーションテーブル構成例



【図 8】

学習テーブルの作成例



Bridge x_4 の学習テーブル

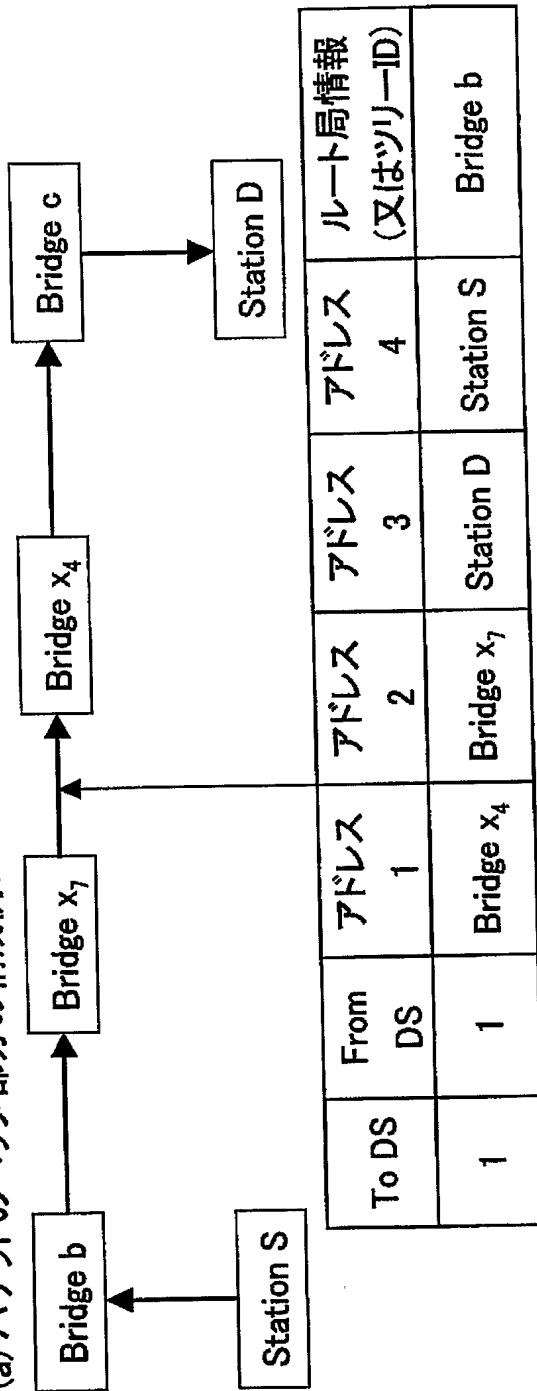
Station	Bridge
S	Bridge x_7
D	Bridge c

Bridge b の学習テーブル

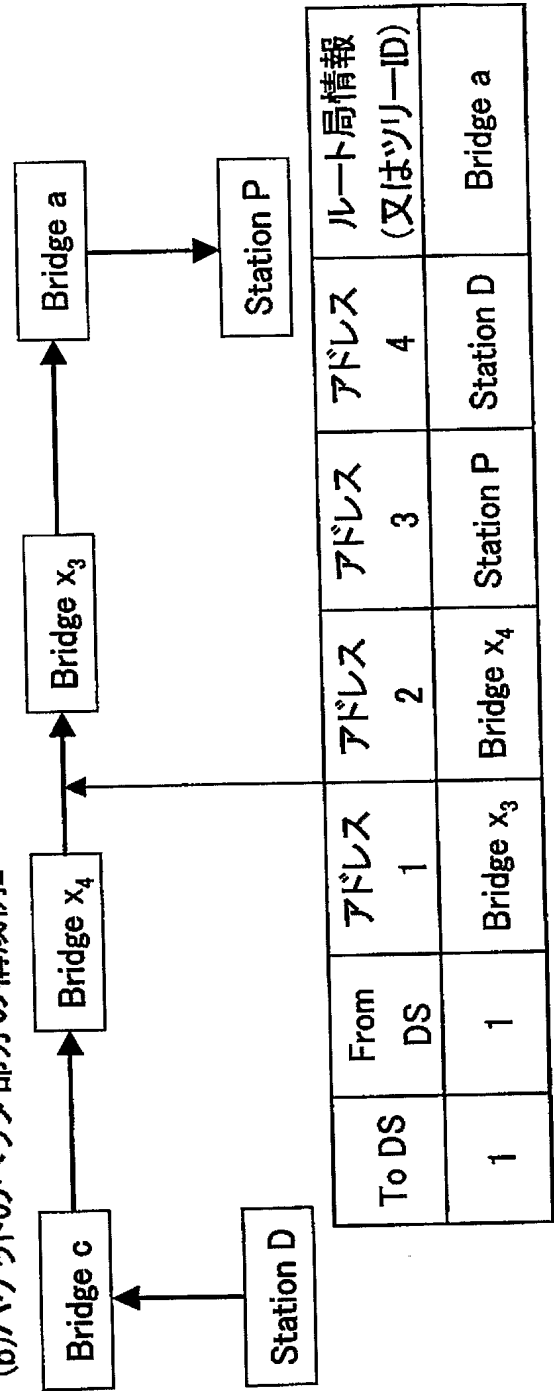
Station	Bridge
D	Bridge x_7

【図 9】

(a) パケットのヘッダ部分の構成例1



(b) パケットのヘッダ部分の構成例2



【図 10】

(a)本発明の一実施形態におけるコスト一覧

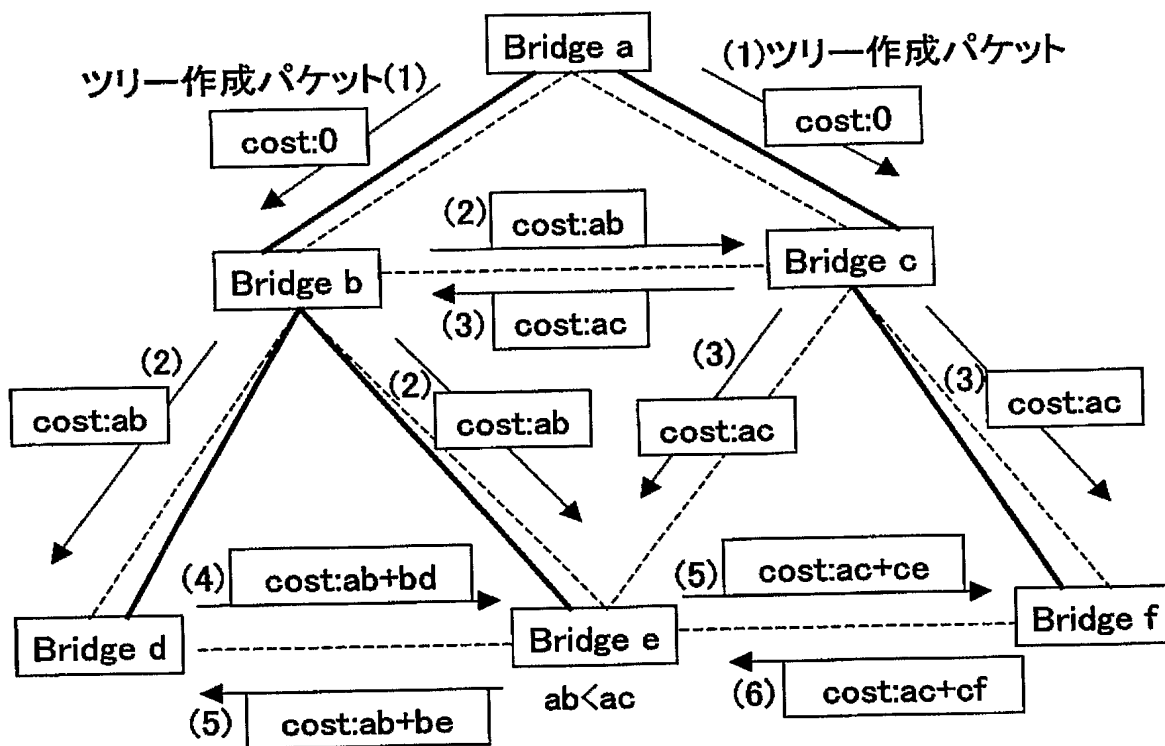
Bridge	Signal	Queue size	Error Rate
a	-15dbm	30k[bit]	10^{-6}
b	-30dbm	65k[bit]	10^{-5}
c	-48dbm	12k[bit]	10^{-8}
e	-65dbm	240k[bit]	10^{-3}

(b)従来の固定コスト一覧

Bandwidth (Mbps)	link cost
10	2,000,000
100	200,000
1000	20,000
10,000,000	2

【図 11】

ツリー作成を説明するための図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 経路の最適性を保ちつつ、ネットワークの一部への負荷の集中を回避できるパケット転送を実現する。

【解決手段】 複数の無線基地局と 1 以上の無線端末で構成されるパケット転送システムでは、前記複数の無線基地局のうち 2 以上の無線基地局をルート局とする転送ツリーを使用し、無線基地局の各々が、各ルートと当該ルート局に対応する転送ツリーの識別情報とを関連付けたツリーテーブルを備え、パケットを受信したときに、当該パケットの転送に使用される転送ツリーを判別し、判別した転送ツリー上で次の中継局となる無線基地局に前記パケットを転送する。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 4 - 0 4 1 6 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 2 0 2 6 6 9 3]

1. 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 0 年 5 月 1 9 日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ